

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-222952

(43)Date of publication of application : 17.08.2001

(51)Int.Cl. H01J 9/26
H01J 11/02

(21)Application number : 2000-153737 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 24.05.2000 (72)Inventor : KADO HIROYUKI
MIYASHITA KANAKO
KOSUGI NAOTAKA
ISHIKURA YASUHIKA
MIYAGAWA UTARO
HARUKI SHIGERO

(30)Priority

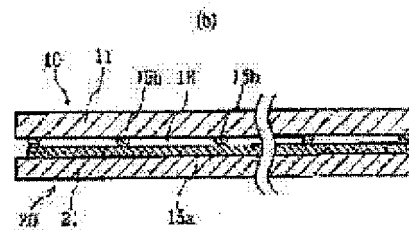
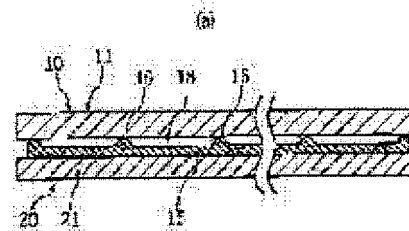
Priority number : 11149896	Priority date : 28.05.1999	Priority country : JP
11233818	20.08.1999	JP
11339199	30.11.1999	JP

(54) MANUFACTURING METHOD FOR PLASMA DISPLAY PANEL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma display panel capable of functioning in a high luminescent efficiency with a favorable color reproducibility.

SOLUTION: A sealed glass layer 15 provided on the periphery of the outer surface of the rear panel plate 20 forms convex parts 16 at almost regular distances. The panel plates 10, 20 to be sealed with the glass layer are heated in the dried air inside a furnace up to a higher temperature than the softening point of a low melting point glass.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.06.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.07.2002

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3366895

[Date of registration] 01.11.2002

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection] 2002-15527

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection] 14.08.2002

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-222952

(P2001-222952A)

(43) 公開日 平成13年8月17日 (2001.8.17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 1 J 9/26		H 0 1 J 9/26	A 5 C 0 1 2
11/02		11/02	D 5 C 0 4 0
			B

審査請求 有 請求項の数27 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2000-153737(P2000-153737)

(22) 出願日 平成12年5月24日 (2000.5.24)

(31) 優先権主張番号 特願平11-149896

(32) 優先日 平成11年5月28日 (1999.5.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-233818

(32) 優先日 平成11年8月20日 (1999.8.20)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-339199

(32) 優先日 平成11年11月30日 (1999.11.30)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 加道 博行
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 宮下 加奈子
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100090446
弁理士 中島 司朗 (外1名)

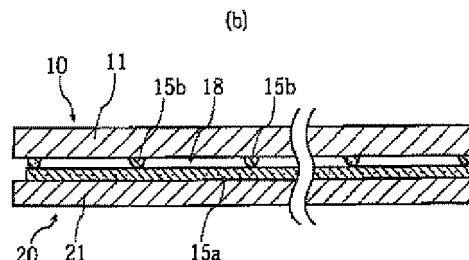
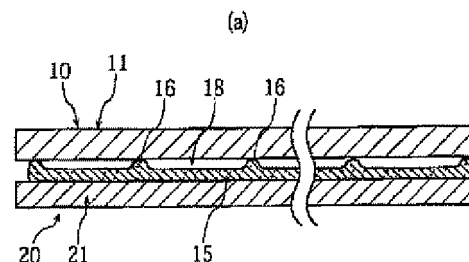
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマディスプレイパネルの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高い発光効率で動作し色再現性の良好な PDP を提供する。

【解決手段】 背面パネル板 20 の表面外周部に封着ガラス層 15 が設けられており、当該封着ガラス層 15 には、ほぼ一定の間隔をおいて凸部 16 が形成されている。パネル板 10・20 は、加熱炉において乾燥空气中で加熱し、低融点ガラスの軟化点温度以上まで昇温させることにより封着を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 前面基板及び背面基板の対向面の少なくとも一方に蛍光体層を形成する蛍光体層形成ステップと、

前面基板及び背面基板の対向面の少なくとも一方の外周部に封着材層を形成する封着材層形成ステップと、
前記蛍光体層形成ステップ及び封着材層形成ステップの後に、前記前面基板及び背面基板を、封着材層の内側に内部空間が形成されるように重ね合わせた状態で、前記封着材層をその軟化温度以上に加熱することにより封着する封着ステップとを備えるプラズマディスプレイパネルの製造方法であって、
前記封着材層形成ステップで形成する前記封着材層は、両パネルを重ね合わせたときに、外周部における一箇所以上において、封着材層の内側に形成される内部空間と外部とを連通する隙間が形成されるように形状が設定されていることを特徴とするプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 2】 前記封着材層形成ステップで形成する前記封着材層には、
外周部における一箇所以上において、凸部または凹部が形成されていることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 3】 前記封着材層形成ステップで封着材層に形成する凸部の高さまたは凹部の深さが $300\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 2 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 4】 前記封着材層形成ステップで形成する封着材層は、凸部が設けられた箇所では、それ以外の箇所と比べて幅が狭く設定されていることを特徴とする請求項 2 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 5】 前記封着材層形成ステップで形成する封着材層は、凹部が設けられた箇所では、それ以外の箇所と比べて幅が広く設定されていることを特徴とする請求項 2 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 6】 前記封着材層形成ステップでは、
前記前面板及び前記背面板の対向面のいずれか一方の外周部には全周にわたって封着材層を形成し、
他方の対向面の外周部には 1 箇所以上に部分的に封着材層を形成することを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 7】 前記他方の対向面に設けられた封着材層は、厚みが $300\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項 6 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 8】 前記封着材層形成ステップで形成する封着材層は、
隙間が形成される部分においては、隙間が形成されない部分と比べて幅が広く設定されていることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 9】 前記前面板及び前記背面板の対向面のいずれか一方の外周部における前記封着材層が形成される領域の内側と外側とに、隔壁を形成する隔壁形成ステップを備えることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 10】 前記封着材層形成ステップで形成する封着材層は軟化点が 410°C 以上であることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 11】 前記封着ステップにおける加熱最高温度と前記封着材層の軟化点との温度差が 40°C 以下であることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 12】 前記封着ステップで封着材層を加熱する際に、
 250°C 以上且つ前記封着材層の軟化点未満の温度で 10 分以上維持した後、当該軟化点以上の温度に昇温することを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 13】 前記封着材層形成ステップで形成する封着材層には低融点ガラスが含まれることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 14】 前記封着ステップは乾燥ガス雰囲気中で行われることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 15】 前記乾燥ガスには酸素が含まれていることを特徴とする請求項 14 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 16】 前記乾燥ガスは乾燥空気であることを特徴とする請求項 15 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 17】 前記乾燥ガス雰囲気における水蒸気分圧は 130Pa 以下であることを特徴とする請求項 14 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 18】 前記蛍光体層形成ステップで形成する蛍光体層には、
 $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}$ を用いた青色蛍光体層が含まれることを特徴とする請求項 1 記載のプラズマディスプレイパネルの製造方法。

【請求項 19】 請求項 1～18 のいずれかの製造方法で製造されたことを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 20】 請求項 1～18 のいずれかの製造方法で製造され、青色蛍光体層が配設されたセルを含む複数のセルが配設されたプラズマディスプレイパネルであって、
前記青色蛍光体層が配設されたセルのみを点灯させたときの発光色は、CIE 表色系の色度座標 y が 0.08 以下であることを特徴とするプラズマディスプレイパネ

ル。

【請求項 2 1】 請求項 1～18 のいずれかの製造方法で製造され、青色蛍光体層が配設されたセルを含む複数のセルが配設されたプラズマディスプレイパネルであって、

前記青色蛍光体層が配設されたセルのみを点灯させたときの発光スペクトルは、ピーク波長が 455 nm 以下であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 2 2】 請求項 1～18 のいずれかの製造方法で製造され、複数のセルが配設されたプラズマディスプレイパネルであって、

すべてのセルを同一電力条件で点灯させたときの発光色の色温度が 9000 K 以上であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 2 3】 請求項 1～18 のいずれかの製造方法で製造され、青色蛍光体層及び緑色蛍光体層を含む蛍光体層が配設されたセルが複数配設されたプラズマディスプレイパネルであって、

前記青色蛍光体層が配設されたセルを点灯させた時の発光スペクトルのピーク強度が、前記緑色蛍光体層が配設されたセルを同一条件で点灯させた時の発光スペクトルのピーク強度に対して 0.8 以上であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 2 4】 請求項 18 の製造方法で製造され、青色蛍光体層が配設されたセルを含む複数のセルが配設されたプラズマディスプレイパネルであって、

前記 $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu$ の a 軸長に対する c 軸長の比が 4.0218 以下であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 2 5】 請求項 18 の製造方法で製造され、青色蛍光体層が配設されたセルを含む複数のセルが配設されたプラズマディスプレイパネルであって、前記 $BaMgAl_{10}O_{17} : Eu$ は、

昇温脱離ガス質量分析するとき、200℃以上の領域で現れる脱離 H_2O の分子数のピーク値が 1×10^{16} 個/g 以下であることを特徴とするプラズマディスプレイパネル。

【請求項 2 6】 請求項 1～18 のいずれか記載の製造方法で製造されたプラズマディスプレイパネルと、駆動回路とを備えたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2 7】 対向面の外周部に封着材層を介挿させた状態で前面板及び背面板を重ね合わせてなるパネルを加熱することによって封着するプラズマディスプレイパネル用封着装置であって、

前記パネルの外周部から内部空間に向かう方向に加熱ガスを流通させるガス流通機構を備えることを特徴とするプラズマディスプレイパネル用封着装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、カラーテレビジ

ョン受像機のディスプレイ等に使用するプラズマディスプレイパネル及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、コンピュータやテレビ等に用いられているディスプレイ装置において、プラズマディスプレイパネル (Plasma Display Panel、以下 PDP と記載する) は、大型で薄型軽量を実現することのできるものとして注目されており、高精細な PDP に対する要望も高まっている。

【0003】 図 16 は、一般的な交流型 (AC 型) PDP の一例を示す概略断面図である。本図において、前面ガラス基板 101 上に表示電極 102 が形成され、この表示電極 102 は誘電体ガラス層 103 及び酸化マグネシウム (MgO) からなる保護層 104 で覆われている (例えば特開平 5-342991 号公報参照)。また、背面ガラス基板 105 上には、アドレス電極 106 および隔壁 107 が設けられ、隔壁 107 どうしの間隙に各色 (赤、緑、青) の蛍光体層 110～112 が設けられている。

【0004】 そして前面ガラス基板 101 は、背面ガラス基板 105 の隔壁 107 上に重ねられ、両基板 101・105 間に放電ガスが封入されて放電空間 109 が形成されている。この PDP において、放電空間 109 では、放電に伴って真空紫外線 (主に波長 147 nm) が発生し、各色蛍光体層 110～112 が励起発光されることによってカラー表示がなされる。

【0005】 上記 PDP は、次のように製造することができる。前面ガラス基板 101 に、銀ペーストを塗布・焼成して表示電極 102 を形成し、誘電体ガラスペーストを塗布し焼成して誘電体ガラス層 103 を形成し、その上に保護層 104 を形成する。背面ガラス基板 105 上に、銀ペーストを塗布・焼成してアドレス電極 106 を形成し、ガラスペーストを所定のピッチで塗布し焼成して隔壁 107 を形成する。そして隔壁 107 の間に、各色蛍光体ペーストを塗布し、500℃程度で焼成してペースト内の樹脂成分等を除去することにより蛍光体層 110～112 を形成する。

【0006】 蛍光体焼成後、前面ガラス基板 101 または背面ガラス基板 105 の外周部に封着用ガラスフリットを塗布し、樹脂成分等を除去するために 350℃程度で仮焼して封着ガラス層を形成する (フリット仮焼工程)。その後、上記の前面ガラス基板 101 と背面ガラス基板 105 とを、表示電極 102 とアドレス電極 106 とが直交して対向するよう積み重ねる。そして、これを封着用ガラスの軟化温度よりも高い温度 (450℃程度) に加熱することによって封着する (封着工程)。

【0007】 その後、封着したパネルを 350℃程度まで加熱しながら、両基板間に形成される内部空間 (封着ガラス層に囲まれ前面ガラス基板と背面ガラス基板との間に形成される空間であって蛍光体層が臨んでいる。)

から排気し（排気工程）、排気終了後に放電ガスを所定圧力（通常 $4 \sim 7 \times 10^4 \text{ Pa}$ ）となるように導入する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このようにして製造されるPDPにおいて、輝度向上や色再現性の優れたものとするのが課題となっている。そのために例えば蛍光体層を形成するのに用いる蛍光体材料自体の改良もなされているが、製造工程の面からも課題を解決する方法が望まれる。

【0009】本発明は、このような課題に鑑み、高い発光効率で動作し色再現性の良好なPDPを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、PDPを製造する際に、前面基板及び背面基板の対向面の少なくとも一方の外周部に封着材層を形成する工程において、両パネルを重ね合わせたときに外周部における一箇所以上において内部空間と外部空間とを連通する隙間が形成されるように封着材層の形状を設定することによって達成することができる。

【0011】このように、両パネルを重ね合わせたときに外周部における一箇所以上において内部空間と外部とを連通する隙間が形成されるようにするための具体的な手段としては、封着材層を形成する際に、外周部における一箇所以上において、封着材層に凸部または凹部を形成すればよい。或は、前面板及び背面板のいずれか一方の対向面の外周部には、全周にわたって封着材層を形成し、他方の対向面の外周部には、1箇所に部分的に封着材層を形成するようにしてもよい。

【0012】本発明の作用効果について以下に説明する。本発明者は、PDPを製造する際に、蛍光体層を形成した後における封着工程において当該蛍光体層が加熱されるのに伴って青色蛍光体が熱劣化してその発光強度や発光色度が低下するが、この蛍光体の熱劣化は、蛍光体が水分が多く含まれる雰囲気下で加熱されたときに生じやすく、水分が少ない雰囲気下で加熱されたときには生じにくいことを見出した。

【0013】ここで、従来の一般的なPDP製造方法の場合は、両基板を重ね合わせて封着材を加熱する際に、加熱に伴って基板に吸着されている水分（特に MgO 保護膜に吸着されている水分）が内部空間内に蒸発するが、この水分が内部空間内に閉じ込められるため、蛍光体は高温で水分の多い雰囲気中に晒されることになるので、蛍光体層が熱劣化しやすいことになる。

【0014】これに対して、上記本発明のPDP製造方法によれば、封着材がその軟化温度に至るまでは外周部にガスが流通する隙間が確保されるので、内部空間内に蒸発する水分が内部空間内に閉じ込められることなく外部に放出される。そのため、蛍光体が高温で水分の多い

雰囲気中に晒されるのが避けられる。従って、本発明のPDP製造方法によれば、封着工程における蛍光体の熱劣化（特に青色蛍光体の熱劣化）を防止することができる。

【0015】ここで、封着材層を加熱する工程を、乾燥ガス雰囲気中もしくは減圧雰囲気中に行えば、蛍光体の熱劣化を防止する効果をより高めることができる。「乾燥ガス」というのは、通常より水蒸気分圧の小さいガスのことであって、中でも乾燥処理された空気（乾燥空気）を用いるのが好ましい。乾燥ガスの雰囲気中での水蒸気分圧は、 10 Torr （ 1300 Pa ）以下、 5 Torr （ 650 Pa ）以下、 1 Torr （ 130 Pa ）以下とより小さくする方が好ましい。乾燥ガスの露点温度としては、 12°C 以下、 0°C 以下、 -20°C 以下とより低くすることが好ましいということも言える。

【0016】また、封着工程だけでなく、蛍光体焼成工程、封着材仮焼工程、排気工程などにも、乾燥ガス雰囲気中に行えば、これらの工程における蛍光体の熱劣化も防止できるので、PDPの青色蛍光体の発光特性を更に向上させることができる。このような本発明の製造方法を用いることによって、青色セルのみを点灯させたときの発光色の色度座標 y （CIE表色系）または青色蛍光体層を真空紫外線で励起したときに放出される光の色度座標 y を、 0.08 以下とすることができる。また、青色セルのみを点灯させたときの発光スペクトルにおけるピーク波長が 455 nm 以下とすることができる。

【0017】そして、青色蛍光体層の発光色度を向上させることによって、PDPの色再現性も向上され、白バランスにおける色温度、即ち、すべてのセルを同一電力条件で点灯させたときの発光色の色温度を 9000 K 以上とすることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】〔実施の形態1〕図1は、実施の形態に係る交流面放電型PDPを示す要部斜視図であって、本図ではPDPの中央部にある表示領域を部分的に示している。このPDPは、前面ガラス基板11上に表示電極12（走査電極12a、維持電極12b）、誘電体層13、保護層14が配されてなる前面パネル板10と、背面ガラス基板21上にアドレス電極22、誘電体層23が配された背面パネル板20とが、表示電極12とアドレス電極22とを対向させた状態で互いに平行に間隔をおいて配されて構成されている。そして、前面パネル板10と背面パネル板20との間隙は、ストライプ状の隔壁24で仕切られることによって放電空間30が形成され、当該放電空間30内には放電ガスが封入されている。

【0019】また、この放電空間30内において、背面パネル板20側には、蛍光体層25が配設されている。なお、蛍光体層25は、赤、緑、青の順で繰返し並べられている。表示電極12及びアドレス電極22は、共に

ストライプ状であって、表示電極12は隔壁24と直交する方向に、アドレス電極22は隔壁24と平行に配されている。そして、表示電極12とアドレス電極22が交差するところに、赤、緑、青の各色を発光するセルが形成されたパネル構成となっている。

【0020】なお、ここでは表示電極12の形状をストライプ状とするが、例えば島状電極、あるいは孔が形成された電極でも実施できる。また、隔壁24も、ストライプ状でなくてもよく例えば并析状でも実施できる。そして、このPDPを駆動する時には、駆動回路（不図示）によって、走査電極12aとアドレス電極22とにアドレス放電パルスを印加することによって、発光させようとするセルに壁電荷を蓄積し、その後、表示電極対12間に維持放電パルスを印加することによって壁電荷が蓄積されたセルで維持放電を行うという動作を繰り返すことによって発光表示を行う。

【0021】アドレス電極22は、金属電極（例えば、銀電極あるいはCr-Cu-Cr電極）である。表示電極12は、ITO、SnO₂、ZnO等の導電性金属酸化物からなる幅広の透明電極の上に、細い幅のバス電極（銀電極、Cr-Cu-Cr電極）を積層させた電極構成とするのが放電面積を広く確保する上で好ましいが、アドレス電極22と同様に金属電極とすることもできる。

【0022】誘電体層13は、前面ガラス基板11の表示電極12が配された表面全体を覆って配設された誘電物質からなる層であって、一般的に、鉛系低融点ガラスが用いられているが、ビスマス系低融点ガラス、或は鉛系低融点ガラスとビスマス系低融点ガラスの積層物で形成しても良い。保護層14は、酸化マグネシウム(MgO)からなる薄層であって、誘電体層13の表面全体を覆っている。

【0023】誘電体層23は、誘電体層13と同様のものであるが、可視光反射層としての働きも兼ねるようにTiO₂粒子が混合されている。隔壁24は、ガラス材料からなり、背面パネル板20の誘電体層23の表面上に一定のピッチで突設されている。蛍光体層25を構成する蛍光体材料として、ここでは、

青色蛍光体: BaMgAl₁₀O₁₇:Eu

緑色蛍光体: Zn₂SiO₄:Mn

赤色蛍光体: (Y_xGd_{1-x})BO₃:Eu

を用いることとする。

【0024】これらの蛍光体材料の組成は、従来からPDPに用いられているものと基本的には同じであるが、本実施形態では、製造工程上、青色蛍光体層の熱劣化の度合いが従来と比べて少ないため、発光色が良好である。具体的には、青色セルが発光する光の色度座標y値が小さく（青色発光のピーク波長が短い）、青色付近における色再現域が従来よりも広がっている。

【0025】この点について更に具体的に述べると、従

来の一般的なPDPでは、青色セルのみを点灯させたときの発光色の色度座標y（CIE表色系）が0.085以上（発光スペクトルのピーク波長が456nm以上）であって、色補正なしの白バランスで色温度が6000K程度である。白バランスでの色温度を向上させる技術として、例えば、青色セルの幅（隔壁ピッチ）だけを大きく設定し、青色セルの面積を緑色セルや赤色セルの面積よりも大きくする技術も知られているが、この方法で色温度7000K以上とするには、青色セルの面積を緑色セルや赤色セルの面積と比べて1.3倍程度以上に設定しなければならない。

【0026】これに対し、本実施の形態のPDPでは、後述するように、製造工程における青色蛍光体の熱劣化が抑制されているため、青色セルのみを点灯させたときの発光色の色度座標yが0.08以下、発光スペクトルのピーク波長が455nm以下となっており、これにより、特に青色セルの面積を大きく設定しなくても、色補正なしの白バランスで色温度を9000K以上にすることが可能となっている。また、製造時の条件によっては、色度座標yをもっと低くすることができ、色補正なしの白バランスで色温度も10000K程度とすることが可能である。

【0027】なお、青色セルの色度座標yの値が小さいことと、青色発光のピーク波長が短いことが同等の意味を持つこと、また、青色セルの色度座標yの値が小さいほど色再現域が広がることや、青色セルが発光する光の色度座標y値と、色補正なしの白バランスでの色温度との関係については、後の実施例のところで詳述する。

【0028】本実施の形態では、40インチクラスのハイビジョンテレビに合わせて、誘電体層13の膜厚は20μm程度、保護層14の膜厚は0.5μm程度とする。また、隔壁24の高さは0.1~0.15mm、隔壁ピッチは0.15~0.3mm、蛍光体層25の膜厚は5~50μmとする。また、封入する放電ガスは、Ne-Xe系で、Xeの含有量は5体積%とし、封入圧力は500~800Torr（6.5~10.4×10⁴Pa）の範囲に設定する。

【0029】PDPの駆動時には、図2に示すように、PDPに各ドライバ及びパネル駆動回路100を接続して、点灯させようとするセルの走査電極12aとアドレス電極22間に印加してアドレス放電を行った後に、表示電極対12間にパルス電圧を印加して維持放電を行う。そして、当該セルで放電に伴って紫外線を発光し、蛍光体層25で可視光に変換する。このようにしてセルが点灯することによって、画像が表示される。

【0030】〔PDPの製造方法について〕上記構成のPDPを製造する方法について説明する。

前面パネル板の作製

前面ガラス基板11上に、銀電極用のペーストをスクリ

ーン印刷で塗布した後に焼成することにより表示電極12を形成し、その上を覆うように、鉛系のガラス材料（その組成は、例えば、酸化鉛〔PbO〕70重量%、酸化硼素〔B₂O₃〕15重量%、酸化珪素〔SiO₂〕15重量%。）を含むペーストをスクリーン印刷法で塗布し焼成することによって、誘電体層13を形成する。更に誘電体層13の表面に真空蒸着法などで酸化マグネシウム（MgO）からなる保護層14を形成することによって前面パネル板10を作製する。

【0031】背面パネル板の作製：背面ガラス基板21上に、銀電極用のペーストをスクリーン印刷しその後焼成する方法によってアドレス電極22を形成し、その上に、TiO₂粒子と誘電体ガラス粒子とを含むペーストをスクリーン印刷法で塗布して焼成することによって誘電体層23を形成し、同じくガラス粒子を含むペーストをスクリーン印刷法を用いて所定のピッチで繰返し塗布した後、焼成することによって隔壁24を形成する。

【0032】そして、赤色、緑色、青色の各色蛍光体ペーストを作製し、これを隔壁24どうしの間隙にスクリーン印刷法で塗布し、空気中で焼成することによって各色蛍光体層25を形成することによって背面パネル板20を作製する。ここで用いる各色蛍光体ペーストは、以下のようにして作製することができる。

【0033】青色蛍光体（BaMgAl₁₀O₁₇：Eu）は、原料として、炭酸バリウム（BaCO₃）、炭酸マグネシウム（MgCO₃）、酸化アルミニウム（ α -Al₂O₃）をBa、Mg、Alの原子比で1対1対10になるように配合する。次に、この混合物に対して所定量の酸化ユーロピウム（Eu₂O₃）を添加する。そして、適量のフラックス（AlF₃、BaCl₂）と共にボールミルで混合し、還元雰囲気（H₂、N₂中）下、所定時間（例えば、0.5時間）、温度1400℃～1650℃で焼成することによって得られる。

【0034】赤色蛍光体（Y₂O₃：Eu）は、原料として、水酸化イットリウムY₂(OH)₃に、所定量の酸化ユーロピウム（Eu₂O₃）を添加する。そして、適量のフラックスと共にボールミルで混合し、空気中で、所定時間（例えば1時間）、温度1200℃～1450℃で焼成することによって得られる。緑色蛍光体（Zn₂SiO₄：Mn）は、原料として、酸化亜鉛（ZnO）、酸化珪素（SiO₂）をZn、Siの原子比2対1になるように配合する。次に、この混合物に所定量の酸化マンガニン（Mn₂O₃）を添加する。そして、ボールミルで混合後、空気中で、所定時間（例えば0.5時間）、温度1200℃～1350℃で焼成することによって得られる。

【0035】このように作製された各色蛍光体を、粉碎後ふるい分けすることによって、所定の粒径分布を有する各色蛍光体粒子が得られる。この各色蛍光体粒子をバインダ及び溶剤と混合することによって、各色蛍光体ベ

ーストが得られる。なお、蛍光体層25を形成する際には、上記のスクリーン印刷法による方法以外に、蛍光体インキをノズルから吐出させながら走査する方法、あるいは、各色の蛍光体材料を含有する感光性樹脂のシートを作製し、これを背面ガラス基板21の隔壁24を配した側の面に貼り付け、フォトリソグラフィでパターンニングし現像することにより不要な部分を除去する方法によっても形成することができる。

【0036】前面パネル板と背面パネル板の封着、真空排気及び放電ガス封入：このように作製した前面パネル板10及び背面パネル板20のどちらか一方または両方の外周部に封着用ガラスフリットのペーストを塗布し、ペーストに含まれる樹脂成分等を除去するためにこれを仮焼することによって封着ガラス層を形成し、前面パネル板10の表示電極12と背面パネル板20のアドレス電極22とが直交して対向するように重ね合わせ、重ね合わせた両パネル板10・20を加熱して封着ガラス層を軟化させることによって封着する。これによって、内部空間（封着ガラス層に囲まれた両パネル板10・20間の空間）は、外部空間と遮断され密封される。

【0037】この封着工程の詳細については後述するが、前面パネル板10及び背面パネル板20を重ね合わせた際に、両パネル板10・20間の内部空間と外部空間とを連通する隙間が外周部に形成されるように、封着ガラス層の形状が設定されており、また、加熱封着時には、乾燥空気雰囲気下で行うようにしているので、両パネル板10・20の表面から内部空間に放出される水蒸気が蛍光体層に接触する度合いが低く抑えられ、その結果、青色蛍光体層の熱劣化が抑えられる。

【0038】このように封着した後、封着したパネル板の内部空間を真空排気しながらパネル板を焼成する（350℃で3時間）。その後、上記組成の放電ガスを所定の圧力で封入することによってPDPが作製される。

（封着工程についての詳細説明）前面パネル板10及び背面パネル板20の一方又は両方の外周部に形成する封着ガラス層は、全周にわたって高さが均一ではなく、前面パネル板10及び背面パネル板20を重ね合わせた際に、内部空間と外部空間とを連通する隙間が外周部に形成されるようになっている。

【0039】封着ガラス層15の具体例としては、図3～図5に示すようなものが考えられる。図3～図5において、(a)は上面図、(b)は側面図である。図3に示す例では、一方のパネル板（本図では背面パネル板20）の表面外周部に封着ガラス層15が設けられており、当該封着ガラス層15には、ほぼ一定の間隔をおいて凸部16が形成されている。

【0040】図4に示す例では、一方のパネル板（本図では背面パネル板20）の表面外周部に封着ガラス層15が設けられており、当該封着ガラス層15には、ほぼ一定の間隔をおいて凹部17が形成されている。図5に

示す例では、(a)に示すように、一方の基板（本図では背面パネル板20）の表面外周部に、均一な厚さで封着ガラス層15aが形成され、(b)に示すように、もう一方の基板（本図では前面パネル板10）の表面外周部に、ほぼ一定の間隔をおいて島状に点在する封着ガラス層15bが形成されている。

【0041】図6は、前面パネル板10および背面パネル板20を重ね合わせた状態における、外周部の概略断面図であって、(a)は上記図3に示す例、(b)は上記図4に示す例に相当するものである。図6(a)、

(b)からわかるように、いずれの場合においても、前面パネル板10及び背面パネル板20の間の外周部には、封着ガラス層を貫通する隙間18が形成されており、この隙間18によって、内部空間と外部空間とが連通した状態となっている。

【0042】なお、上記図4に示す例のように、封着ガラス層15に凹部17が形成されている場合は、凹部17がこの隙間に相当し、凹部17によって両パネル板10・20間の内部空間と外部空間とが連通した状態となっている。本実施形態では、封着用ガラスフリットは、従来から一般的に用いられている軟化点が380～390℃程度のものを用いることとする。

【0043】基板上に封着用ガラスフリットのペーストを塗布する方法としては、一般的に接着剤を塗布するのに用いられているディスペンサを用い、ペーストを吐出しながらディスペンサを走査することによって塗布する方法が一般的であるが、スクリーン印刷法によって塗布することも可能である。ディスペンサを用いて塗布する場合、ディスペンサの走査速度とペーストの吐出量を調整することによって基板上に塗布されるペーストの厚みを調整することができるので、封着ガラス層15の凹凸を形成することも容易にできる。

【0044】また、ペーストを重ね塗りすることによっても凹部や凸部を有する封着ガラス層15を形成することができる。例えば、図3に示すような封着ガラス層15を形成するには、背面パネル板20上に均一的な厚さでペーストを塗布し乾燥させた後、凸部16を形成しようとする位置だけにペーストを重ねて塗布すればよい。

【0045】次に、上記のように封着ガラス層15を介して重ね合わせた両パネル板10・20を加熱封着する工程について説明する。ここでは、加熱炉において乾燥空气中で加熱し、低融点ガラスの軟化点温度以上まで昇温させることにより封着を行う。図7は、本加熱封着工程に使用するベルト式加熱装置の構成を模式的に示す図である。

【0046】この加熱装置40は、パネル板を加熱する加熱炉41、加熱炉41内を通過するようパネル板を搬送する搬送ベルト42、加熱炉41内に雰囲気ガスを導入するガス導入パイプ43などから構成されており、加熱炉41内には、搬送方向に沿って複数のヒータ（不図

示）が設置されている。そして、各ヒータで加熱炉41の入口44から出口45に至るまでの各箇所の温度を設定することによって、任意の温度プロファイルで基板を加熱することができ、また、ガス導入パイプ43から雰囲気ガス（乾燥空気）を導入することによって、加熱炉41内を雰囲気ガスで満たすことができるようになってくる。

【0047】雰囲気ガスとしての乾燥空気は、空気を低温（マイナス数十度）に冷却して水分を凝結させるガス乾燥器（不図示）を経由させ、空気中の水蒸気量（水蒸気分圧）を低減することによって生成することができる。そして、上記前面パネル板10と背面パネル板20とを重ね合わせたものを搬送ベルト42上にセットする。ここで位置合わせされた前面パネル板10と背面パネル板20とが位置ずれないようにクランプ等によって締め付けておくのが好ましい。

【0048】セットされたパネル板10・20は、加熱炉41を通過することによって乾燥空気の雰囲気下で封着ガラス層15の軟化温度以上に加熱される。これによって、封着ガラス層15が軟化して両パネル板10・20の外周部が封着される。（本実施の形態の封着方法による効果について）本実施形態の封着方法によれば、従来の封着方法と比べて、次のような効果を奏する。

【0049】通常、前面パネル板10や背面パネル板20には、水蒸気などのガスが吸着されているが、これらの基板を加熱昇温すると、吸着されているガスが放出される。特に200～250℃においては、MgO保護層から水分が放出される（図14参照）。従来の一般的な製造方法では、封着ガラスを仮焼する工程において、基板に吸着されているガスがある程度抜けても、その後、封着工程開始時まで大気中で室温にすることによって再びガスが吸着されるので、封着工程時に、前面パネル板と背面パネル板に吸着されているガスが放出される。そして、封着ガラス層に囲まれている内部空間は密閉状態となっているので、この内部空間内に放出されるガスはその中に閉じ込められてしまう。通常、内部空間における水蒸気分圧は20Torr以上になることが測定の結果わかっている。

【0050】そのため、内部空間に臨んでいる蛍光体層がガスの影響（特に保護層から放出される水蒸気の影響）で熱劣化しやすい。そして、蛍光体層（特に青色蛍光体層）が熱劣化すると発光強度が低下する。これに対して、本実施の形態の封着工程においては、昇温時に封着ガラス層15の軟化点未満の温度までは、封着ガラス層15が変形しないので、前面パネル板10及び背面パネル板20の外周部において内部空間と外部空間を連通する隙間が保たれる。従って、内部空間内に放出されるガス（水蒸気）は、この隙間を通して外部空間に放出される。

【0051】この結果、封着工程中において青色蛍光体

が劣化するのを抑えることが可能となる。更に、本実施形態では、加熱炉41の内部は乾燥空気雰囲気となっているため、隙間を通して内部空間に乾燥空気が流れ込む。従って、封着工程における青色蛍光体の劣化防止効果がより大きなものとなる。

【0052】蛍光体の熱劣化を抑える効果を充分に得るために、加熱炉41内の乾燥空気の水蒸気分圧を10 Torr (1300 Pa) 以下とするのが好ましく、更に、5 Torr (650 Pa) 以下、1 Torr (130 Pa) 以下と低く設定するほど効果は大きい。なお、水蒸気分圧と露点温度とは一定の関係があるので、乾燥空気中の水分について「露点温度」を用いて言い換えると、露点温度を低く設定するほど、蛍光体焼成時の熱劣化を抑えるのに好ましく、乾燥ガスの露点温度は12℃以下、0℃以下、-20℃以下とするのが好ましいと言える。

【0053】なお、封着工程において、封着ガラス層15は、軟化点以上の温度まで昇温されるので、最終的には隙間はなくなり、前面パネル板10及び背面パネル板20の外周部は、封着ガラス層15によって密封される。また、本実施形態の製法で作成されたPDPは、蛍光体層に含有されている水分も少ないため、PDP駆動時における異常放電が少ないという効果も得られる。

【0054】また、封着工程において、外周部に隙間を形成しなくても、パネル板10・20の隅に孔を設けておけば、同様に内部空間から水分が抜ける効果はあるが、本実施形態の方法では、内部空間と外部空間とのガス流通性をより確保できると考えられる。また、両パネル板10・20間の内部空間に、チップ管から乾燥空気を強制的に送り込みながら封着するようにしても同様の効果を奏するが、本実施形態の方法によれば、乾燥空気を送り込む機構も不要で、より簡単に効果を得ることができる。

【0055】ここで、優れた効果を得るために、外周部に形成される隙間の好ましい形態について考察する。内部空間に発生する水分を外周部に排出する効果を得るために、隙間の間隙（凸部16の段差や凹部17の段差）は、少なくとも50μmもしくは100μm必要であって、十分な効果を得るために、間隙を300μm以上とすることが必要であり、500μm以上とすることが好ましい。

【0056】外周部の中で隙間を形成する部分の割合（全周に対する隙間の長さの割合）が小さくても、内部空間から水分を排出する効果は得られるが、外部空間から内部空間に外部からガスが流れ込むようにするには、この割合を50%以上とするのが望ましい。外周部の中で隙間を形成する位置については、一箇所だけに隙間を形成してもガスを外部に排出できるので効果を奏するが、複数箇所に隙間を設ける方が内部空間と外部空間とのガス流通がよくなるので、より大きな効果が期待でき

る。

【0057】また上記のように、封着時には通常、前面パネル板10及び背面パネル板20はクランプなどで挟まれ、外周部に圧力が加えられるが、この圧力は封着ガラス層15の隙間以外のところに集中して加わることになる。従って、外周部の全周にわたって均一的に圧力が加えられるようにするため、外周部の中の1箇所集中して隙間を設けるよりも、外周部全体にわたって複数箇所に分散させて隙間を設ける方が好ましい。

【0058】（雰囲気ガス中の水蒸気分圧についての考察）加熱封着時において内部空間の水蒸気分圧を減少させることによって、青色蛍光体の加熱による熱劣化を防止することが可能であることに関して、以下のように実験に基づいて考察した。図8、9は、水蒸気分圧をいろいろと変えた空気中で、青色蛍光体（BaMgAl₁₀O₁₇:Eu）を焼成したときの相対発光強度及び色度座標yの測定結果である。焼成条件として、ピーク温度は450℃とし、ピーク温度で維持する時間は20分とした。

【0059】図8に示す相対発光強度は、発光強度測定値を、焼成前の青色蛍光体の発光強度測定値を基準値100としたときの相対値で表わしたものである。発光強度は、分光光度計を用いて蛍光体層からの発光スペクトルを測定し、この測定値から色度座標y値を算出し、この色度座標y値と、輝度計で予め測定した輝度値とから、式（発光強度＝輝度／色度座標y値）で算出した値である。

【0060】なお、焼成前の青色蛍光体の色度座標yは、0.052であった。図8、9の結果より、水蒸気分圧が1 Torr (130 Pa) 以下では、加熱に伴う発光強度の低下並びに色度変化は全く見られず、10 Torr (1300 Pa) 以下では発光強度の低下並びに色度変化が小さいが、水蒸気分圧が増加するに従って、青色の相対発光強度は低下し、青色の色度座標yは大きくなっていることがわかる。

【0061】ところで、青色蛍光体（BaMgAl₁₀O₁₇:Eu）を加熱するときに発光強度が劣化したり色度座標y値が大きくなったりするのは、付活剤Eu²⁺イオンが加熱により酸化されEu³⁺イオンになることが原因であると従来から考えられているが（J. Electrochem. Soc. Vol. 145, No. 11, November 1998 参照）、上記の青色蛍光体の色度座標y値が雰囲気中の水蒸気分圧に依存するという結果とを組み合わせると、Eu²⁺イオンがガス雰囲気（例えば空気）中の酸素と直接反応するのではなく、ガス雰囲気中の水蒸気によって劣化に係る反応が促進されるものと考えられる。

【0062】ちなみに、加熱温度をいろいろと変化させて、上記と同様にして青色蛍光体（BaMgAl₁₀O₁₇:Eu）の熱による発光強度の低下度合や色度座

標 y の変化を調べてみたところ、加熱温度が300℃から600℃の範囲では、加熱温度が高いほど熱による発光強度の低下は大きくなり、いずれの加熱温度でも水蒸気分圧が高いほど発光強度の低下が大きくなるという傾向が見られた。一方、水蒸気分圧が高いほど熱による色度座標 y の変化が大きくなるという傾向は見られたが、色度座標 y の変化度合が加熱温度に依存するという傾向は見られなかった。

【0063】また、前面ガラス基板11、表示電極12、誘電体層13、保護層14、背面ガラス基板21、アドレス電極22、誘電体層23、隔壁24、蛍光体層25を形成する各部材を加熱したとき水蒸気放出量を測定したところ、保護層14の材料であるMgOからの水蒸気放出量が最も多かった。これより、封着時に蛍光体層25の熱劣化を引き起こす主要な原因は、保護層14(MgO)から水蒸気が放出されることにありと推測される。

【0064】なお、本実施の形態では、封着工程について基本的な説明を行ったが、以下の実施の形態2～6で説明するように、更に工夫を加えることができる。

【実施の形態2】本実施の形態では、封着ガラス層15を介して両パネル板10・20を重ね合わせたものを加熱して封着する際に、パネルのサイドから乾燥ガスが封着ガラス層15に当たるように工夫が施されている。

【0065】図10は、本実施形態の製法において、加熱装置の中で両パネル板10・20を封着する様子を示す図である。この加熱装置は、上記加熱装置40と同様であって、両パネル板10・20を重ね合わせたものが搬送ベルト42上に置かれ、搬送ベルト42に沿ってガス導入パイプ43が設けられている。

【0066】ガス導入パイプ43には、搬送ベルト42の上面に沿った方向にガスを噴出させるノズル43aが複数個列設されている。搬送ベルト42に載せられ両パネル板10・20には、加熱炉41内を搬送されながら、ノズル43aから噴出される乾燥空気が、両パネル板10・20のサイドから当てられることになる。

【0067】この場合、外周部における封着ガラス層15の隙間から内部空間に乾燥ガスが押し込まれ、それに伴って内部空間から水分が効率よく排出されるので、青色蛍光体の熱劣化を抑制する効果が、実施の形態1と比べて向上する。なお、図10に示されるように、両パネル板10・20の外周部は、位置ずれが生じないようにクランプ50で締め付けられている。

【0068】【実施の形態3】本実施の形態では、封着後における封着ガラス層15の幅が均一になるよう工夫が施されている。まず、封着ガラス層15に沿って隔壁を形成する方法について説明する。図11に示す例では、背面ガラス基板21上に、封着ガラス層15の内周及び外周に沿って隔壁19a及び隔壁19bが設けてある。

【0069】封着ガラス層15に隙間が形成されるようにすると、外周部の部分毎に封着ガラスの塗布量が異なるので、封着後における封着ガラス層の幅にばらつきが生じやすい。即ち、封着ガラス層15の幅を一定とし且つ外周部に隙間が形成されるようにした場合、隙間が形成される部分は、隙間が形成されない部分と比べて、層の厚みが小さいため、封着ガラスの塗布量も小さくなり、そのため、封着後における封着ガラス層の幅が小さくなる傾向にある。なお、このような封着ガラス層の幅ばらつき度は、封着前の隙間の隙間(封着ガラス層15における凸部及び凹部の段差)に依存するが、例えばこの隙間が500 μ m程度の場合には、層幅のばらつきは3mm程度生じる。

【0070】これに対して、上記のように隔壁19a及び隔壁19bを設けておけば、封着ガラス層が軟化したときに、層の幅方向に流れて広がるのが防止されるので、その結果、封着後における封着ガラス層15の幅のばらつきも防ぐことができる。なお、図11では、背面ガラス基板21上に封着ガラス層15及び隔壁19a・19bを形成する例を示したが、封着ガラス層15及び隔壁19a・19bのいずれか或はすべてを前面ガラス基板11上に形成しても同様の効果を奏する。

【0071】次に、封着ガラス層15が軟化する前における層の幅を、隙間が形成される部分において隙間が形成されない部分よりも大きく設定する方法について説明する。図12に示す例では、上記図3に示した例と同様に、封着ガラス層15に、ほぼ一定の間隔において凸部16が形成されているが、凸部16が形成されている部分では、凸部16が形成されていない部分と比べて、層の幅が小さく設定されている。

【0072】このように封着ガラス層15の層の幅を調整することによって、層の厚さが大きいところでは幅が小さくなるので、外周に沿って封着ガラス塗布量が均一化されることになる。従って、封着後における封着ガラス層15の幅を均一化することができる。そして、封着ガラス層15の幅を均一化することによって、封着ガラス層が表示領域にまで侵入して表示品質が損なわれるのを防止することができる。

【実施の形態4】本実施の形態では、内部空間内に閉じこめられる水分量をより低減するために、封着ガラス層15を形成するのに軟化点の高いシール材を用いている。

【0073】即ち、実施の形態1では、シール材として軟化点が380～390℃の低融点ガラスを用いたのに対して、本実施形態では軟化点が410℃以上の低融点ガラスを選択して用いる。このように軟化点が高いシール材を用いて封着ガラス層15を形成することによって、高い温度に昇温されるまで、外周部に隙間が維持され、内部空間から外部に水分が排出されることになる。従って、昇温時においてより多くの水分が内部空間から

外部空間に排出されることになる。

【0074】このように軟化点が410℃以上のシール材を用いることによって、内部空間から外部へのガス排出をより効率よく行い、蛍光体の劣化防止効果を高めることが可能となる。

【実施の形態5】本実施の形態では、内部空間内に閉じこめられる水分量をより低減するために、封着工程におけるピーク温度を下げて、封着ガラス層の軟化点と当該ピーク温度との温度差を小さくしている。

【0075】従来一般的には、封着工程におけるピーク温度は450℃程度であった。上記のように封着用ガラスの軟化点が380～390℃とすると、封着工程におけるピーク温度は、封着ガラスの軟化点より50℃以上高いことになる。この場合、両パネル板10・20の隙間がなくなって内部空間が遮蔽された後に温度上昇に伴って放出される水分は、内部空間内に閉じこめられてしまうので、その分は蛍光体を熱劣化させることになる。

【0076】これに対して、軟化点が380～390℃と従来と同等である封着ガラスを用いたとしても、封着工程におけるピーク温度を従来より低め（例えば410～420℃）にして、軟化点とピーク温度との差を小さく（20～30℃に）設定すれば、両パネル板10・20の隙間がなくなった後に内部空間内に放出される水分量はそれだけ少なくなるので、蛍光体の熱劣化を防止する効果が高められる。

【0077】【実施の形態6】本実施の形態では、加熱封着時に内部空間内に閉じこめられる水分量をより低減させるために、封着工程において両パネル板を昇温する際に、封着ガラス層15の軟化点未満で且つ250℃以上の温度で維持する期間を設け、その後軟化点温度以上まで加熱するようにしている。

【0078】ここでは、250℃以上且つ封着ガラス層15の軟化点以下の温度範囲内で10分間以上保つこととする。図13は、本実施の形態に係る封着工程における温度プロファイルの一例を示す図である。（a）では、250℃以上且つ封着ガラス層15の軟化点以下の温度範囲（図中両矢印Wで示す）内で一定温度で維持する期間が設けられており、（b）では、250℃以上且つ封着ガラス層15の軟化点の温度範囲内で徐々に昇温しているが、いずれの場合も250℃以上且つ封着ガラス層15の軟化点以下の温度範囲で10分間以上維持されている。

【0079】250℃～封着ガラス層15の軟化温度の温度範囲は、パネル板10・20に吸着している水分

（特に保護層14に吸着している水分）を内部空間に放出し、更に隙間を経て外部空間に放出するという水分排出作用が活発な温度範囲である。従って、この温度範囲で維持することによって、封着ガラス層15が軟化する時点においてパネル板10・20に吸着されている水分量をより少なく抑え、内部空間が密閉される後に内部空間

に放出される水分をより少なくすることが可能となる。よって、蛍光体の熱劣化を防止する効果を高めることができることになる。

【0080】パネル板10・20を250℃以上の温度で加熱することによって吸着している水分（特に保護層14に吸着している水分）が放出されることは、以下の実験によって確認できる。前面パネル板10に用いられていると同様のMgO膜を加熱昇温した時に、排出される水蒸気量をTDS分析法（昇温脱離ガス質量分析法）で分析した。

【0081】図14は、その結果を示すものである。本図より、PDPに用いられているMgO膜を昇温した場合に、200～250℃の温度範囲内で水蒸気が多量に排出されることがわかる。なお、この温度範囲に維持する時間を30分以上に設定すれば、更に高い水分排出効果が期待ができる。

【0082】【実施の形態についての変形例など】*上記実施の形態では、封着工程で雰囲気を形成する乾燥ガスとして乾燥空気をを用いたが、蛍光体層と反応を起こさない窒素等の不活性ガスであって水蒸気分圧の低いものを用いても同様の効果が得られる。但し、BaMgAl₁₀O₁₇:Eu、Zn₂SiO₄:Mnや（Y、Gd）BO₃:Eu等の酸化物系の蛍光体は、無酸素の雰囲気中で加熱すると多少酸素欠陥が形成され発光効率が低下する場合があるので、封着工程で用いる乾燥ガスには酸素が含まれていることが望ましい。

【0083】*上記実施の形態では、封着ガラス層15を形成するシール材料として低融点ガラスを用いたが、隔壁24と同様のガラス材料を用いても実施することは可能である。即ち、パネル板10・20の一方または両方に、隔壁用ガラスを用いて上記時3～5で示したような形状で封着ガラス層15を形成し、パネル板10・20を重ね合わせて、封着ガラス層15を加熱して軟化させることによって封着しても同様の効果を奏する。但し、低融点ガラスと比べると隔壁用ガラスの軟化点はかなり高いので、この場合、加熱炉で加熱封着することは難しいが、封着ガラス層15の上に前面パネル板10側からレーザー光を照射して封着ガラス層15を集中的に加熱して軟化させることによって封着することができる。

【0084】なお、レーザー光を外周部に照射して封着する場合には、蛍光体層が高温にさらされにくい、外周部近傍の蛍光体層は加熱されるので、封着時に内部空間に発生する水分が隙間を通して外部に排出され蛍光体の熱劣化が抑えられる効果は同様に得られる。

*上記実施の形態では、封着工程に関して乾燥空気雰囲気で行うことを説明したが、封着工程以外にも、蛍光体が熱に晒される蛍光体焼成工程やフリット仮焼工程においては乾燥空気で行うことが好ましい。

【0085】例えば、蛍光体焼成時には、上記加熱装置40を用いて、蛍光体層25を形成した背面ガラス基板

21を、乾燥空气中で焼成（ピーク温度520℃、10分間）し、フリット仮焼時には、上記加熱装置40を用いて、封着用ガラスフリットを塗布した前面パネル板10あるいは背面パネル板20を、乾燥空气中で焼成する（ピーク温度350℃、30分間）。

【0086】このように、蛍光体焼成時やフリット仮焼時にも、乾燥ガスを流しながら焼成することによって、蛍光体焼成時やフリット仮焼時における雰囲気中の水蒸気による熱劣化を抑えることができる。このとき乾燥空気中における水蒸気分圧の値については、封着工程で説

明した内容と同様である。

*上記実施の形態においては、面放電型のPDPを例にとって説明したが、本発明は、封着材層を加熱することによって封着する工程を通して製造されるPDPであるならば、面放電型PDPに限られず、対向放電型PDPなどにも適用することができる。

【0087】

【実施例】

【0088】

【表1】

パネル番号	凸凹のある凹凸部の段差(μm)	シール材の軟化点(℃)	封着時ピーク温度(℃)	待機温度(℃)	封着雰囲気	乾燥空気の水蒸気分圧(Pa)	青色蛍光体の相対発光強度	青色蛍光体の色度座標y	青色蛍光体のピーク波長(nm)	白表示時の色温度(K)	青、および緑色の発光強度比(青色/緑色)	青色蛍光体のTDS分析での200℃以上のH ₂ O分子数のピーク値(ppm)	青色蛍光体のc軸長とa軸長の比(c/a)
1	500	385	450	なし	乾燥空気	130	110	0.078	454	9000	0.9	1.0×10 ¹⁶	4.0218
2	500	385	450	なし	乾燥空気	130	118	0.073	453	9200	1.01	8.0×10 ¹⁵	4.0218
3	500	385	450	なし	乾燥空気	130	120	0.071	451	9300	1.03	7.1×10 ¹⁵	4.0217
4	500	385	450	なし	真空	—	103	0.071	451	7100	0.79	1.2×10 ¹⁶	4.0219
5	50	385	450	なし	乾燥空気	130	100	0.089	456	6000	0.78	1.8×10 ¹⁶	4.022
6	300	385	450	なし	乾燥空気	130	111	0.077	454	9000	0.92	9.0×10 ¹⁵	4.0218
7	1000	385	450	なし	乾燥空気	130	122	0.068	450	9500	1.05	6.2×10 ¹⁵	4.0217
8	500	385	450	なし	乾燥空気	130	118	0.073	453	9200	1.02	7.5×10 ¹⁵	4.0217
9	500	415	450	なし	乾燥空気	130	133	0.059	448	10600	1.15	2.7×10 ¹⁵	4.0216
10	500	385	410	なし	乾燥空気	130	135	0.058	448	11000	1.15	2.0×10 ¹⁵	4.0216
11	500	385	450	200	乾燥空気	130	127	0.063	449	10000	1.1	4.0×10 ¹⁵	4.0216
12	500	385	450	300	乾燥空気	130	130	0.061	449	10200	1.13	3.2×10 ¹⁵	4.0216
13	500	385	450	400	乾燥空気	130	119	0.072	452	9300	1.01	8.0×10 ¹⁵	4.0218
14	なし	385	450	なし	乾燥空気	1950	100	0.090	458	5800	0.76	2.0×10 ¹⁶	4.022

【0089】表1に示すパネルNo. 1～14のPDP

を作製した。パネルNo. 1～14のPDPのサイズ

は、いずれも42"とした。また、パネル構成も共通であって、蛍光体層の膜厚は30 μ m、放電ガスにはNe(95%)—Xe(5%)を用い、その封入圧力は500 Torr (6.5 $\times 10^4$ Pa)とした。パネルNo. 1~13のPDPは、上記実施の形態に基づいて作製した実施例である。実施例では、封着工程において両パネル板10・20間の外周部に隙間が形成されるように封着ガラス層を形成する点は共通しているが、細部はそれぞれ異なっている。

【0090】パネルNo. 1~7及びパネルNo. 9~13では、上記図3に示すように、背面ガラス基板上の外周部に、凸部を有する封着ガラス層を形成した。パネルNo. 1では、凸部をパネル隅の1箇所だけ設け、パネルNo. 2では凸部を4隅の4箇所だけに設けた。パネルNo. 3~7及びパネル9~13では、凸部を10cm程度の間隔をあけて外周全周にわたって設けた。

【0091】凸部の長さはすべて6mm程度とし、凸部の高さや焼成雰囲気は表1に示すようにいろいろな値に設定した。パネルNo. 8では、上記図4に示すように、背面ガラス基板上の外周部に、長さ5mm程度の凹部を10cm程度の間隔をおいて設けた封着ガラス層を形成して封着したものである。

【0092】パネルNo. 14のPDPは、比較例に係わるものであって、封着前に前面板と背面板間に隙間ができないように、封着ガラス層を背面ガラス基板上の外周部に設けて封着したものである。各パネルに用いたシール材及び温度プロファイルは次の通りである。シール材はいずれも主成分として酸化鉛(65~80wt%)、酸化硼素(10wt%)、酸化チタン(5~10wt%)を含む低融点ガラスを用いたが、軟化点は410℃と385℃の2種類に分かれ、温度プロファイルのピーク温度も各軟化点に合わせて設定した。

【0093】即ち、パネルNo. 1~8及びパネルNo. 10~14では、軟化点385℃の低融点ガラスを用い、パネルNo. 9では、軟化点415℃の低融点ガラスを用いた。パネルNo. 1~9及びパネルNo. 11~14では、封着時における温度プロファイルのピーク温度は450℃とした。但し、パネルNo. 11~13においては、封着時における昇温途中において、表1に示す各待機温度(200℃、300℃、400℃)で30分間維持するようにした。一方、パネルNo. 10では、封着時における温度プロファイルのピーク温度を410℃とした。

【0094】なお、シール材の軟化点は、主に組成物である酸化鉛の組成比やその他の微小含有物質の組成比を変えることによって調整した。また、各ピーク温度においては20分間保持するようにした。封着時の雰囲気については、パネルNo. 1~3及びパネルNo. 5~13では乾燥空気雰囲気とし、パネルNo. 4では真空雰囲気とし、パネルNo. 14では水蒸気分圧15 Torr

(1950 Pa)の空気雰囲気とした。

【0095】(比較実験)

発光特性の比較

このように作製したパネルNo. 1~14のPDPについて、発光特性として、青色セルのみを点灯させたときの発光強度、色度座標 y 、発光スペクトルのピーク波長及び青色セル、赤色セル、緑色セルのすべてを同一電力条件で点灯した時の白色表示の色温度(色温度補正なし)、青色セル及び緑色セルを同じ電力で発光させたときの発光スペクトルのピーク強度比を測定した。

【0096】発光強度については、分光光度計を用いて発光スペクトルを測定し、この測定値から色度座標 y 値を算出し、この色度座標 y 値と、輝度計で予め測定した輝度値とから、式(発光強度=輝度/色度座標 y 値)で算出した。これらの測定結果は、表1に示す通りである。なお、表1に示す青色セルの発光強度は、比較例のパネルNo. 14の発光強度を100とした相対発光強度で示している。

【0097】図15は、パネルNo. 7、9、14について、青色セルのみを点灯させたときの発光スペクトルである。

発光特性についての考察：表1の測定結果において、実施例(パネルNo. 1~13)と、比較例(パネルNo. 14)とについて、発光特性を比較すると、実施例は比較例より発光特性が優れている(パネル輝度が高く、色温度が高い)。

【0098】さらに、実施例では外周部に隙間が形成されており、実施例では比較例よりも装置内に流れる空気の水蒸気分圧が小さいため、封着用シール剤の軟化後に内部空間に閉じ込められる水分が少なく、その結果、青色蛍光体の熱劣化が抑えられるためと考えられる。また、パネルNo. 1、2、3の発光特性を比較すると、パネルNo. 1、2、3の順で発光特性が向上している。これは、封着ガラス層に形成する凸部の数が増えるに従って相対発光強度が高く、色度座標 y が小さく、発光スペクトルのピーク波長が短波長になっており、発光特性が向上することがわかる。

【0099】これは凸部の数が少ない時は、ガラス基板が自重でたわみを生じ、外周部における隙間が小さくなる結果、内部空間で発生した水蒸気を有効に排除しにくくなるためと考えられる。パネルNo. 3とパネルNo. 8の発光特性を比較すると、パネルNo. 3の方がパネルNo. 8よりも発光特性が優れている。これは、パネルNo. 3のように封着ガラス層に凸部を形成する方が、No. 8のように封着ガラス層に凹部を形成する場合よりも、外周部に形成される隙間の長さが大きくなり、その結果、内部空間に発生する水蒸気が外部に排除される作用が大きくなるからと考えられる。

【0100】パネルNo. 3、5、6、7の発光特性を比較すると、パネルNo. 5、No. 3、No. 6、No.

○. 7の順で発光特性が向上している。これは、封着ガラス層に設ける凸部の高さが高い（隙間が大きい）ほど、内部空間で発生した水蒸気を有効に排除できるためと考えられる。なお、パネルNo. 5は、比較例であるパネルNo. 14と比べて発光特性にあまり差がない。これより、十分な効果を得るためには、封着ガラス層に設ける凸部の高さ（隙間の大きさ）を $100\mu\text{m}$ 以上に設定する必要があることがわかる。

【0101】パネルNo. 3とNo. 9の発光特性を比較すると、パネルNo. 9の方が発光特性が優れている。これは、封着用シール剤の軟化点が高いほど、高温まで隙間を維持できるために、内部空間に放出される水蒸気を十分に排気することができ、その結果、青色蛍光体の熱劣化が抑えられるためと考えられる。パネルNo. 3とNo. 10の発光特性を比較すると、パネルNo. 10の方が発光特性が優れている。これは、軟化点の等しい封着用シール剤を用いた場合には、封着時のピーク温度が低いほど発光特性が向上することを示している。

【0102】これも、封着時のピーク温度を低くすることによって、シール剤の軟化点より高い温度において内部空間に放出される水蒸気量が低減され、その結果、青色蛍光体の熱劣化が抑えられるためと考えられる。パネルNo. 3とパネルNo. 4の発光特性を比較すると、パネルNo. 4の方が発光特性が劣っている。

【0103】これは、パネルNo. 4では、真空雰囲気中で加熱しているが、酸化物質蛍光体である青色蛍光体が、無酸素雰囲気中で加熱されることによって、母体の酸素の一部が抜けて酸素欠陥が形成されるためと考えられる。パネルNo. 3、No. 11、No. 12の発光特性を比較すると、No. 3、No. 11、No. 12の順に発光特性が向上している。これは、待機温度が封着用シール剤の軟化点（ 380°C ）以下の範囲では、待機温度が高いほど、待機期間中において、基板（特に MgO 膜）に吸着されている水蒸気が外部にたくさん排出されるためと考えられる。

【0104】なお、パネルNo. 13は、パネルNo. 3、No. 11、No. 12と比べて発光特性が劣っている。これは、軟化点（ 380°C ）以上の待機温度で待機させると、基板（特に MgO 膜）に吸着されている水蒸気が、密閉された内部空間内にたくさん排出され、その結果、青色蛍光体の熱劣化がより生じるためと考えられる。

【0105】また、表1に示した各パネルNo. における青色発光の色度座標 y と青色発光のピーク波長（図15参照）との関係を見ると、青色発光の色度座標 y の値が小さいほど、青色発光のピーク波長は短いことがわかる。これは、青色発光の色度座標 y 値が小さいことと青色発光のピーク波長が短いことが同等の意味を持つことを示している。

【0106】青色蛍光体の分析：パネルNo. 1～14のPDPについて、パネルから青色蛍光体を取り出し、TDS分析法（昇温脱離ガス質量分析法）で、青色蛍光体 1g 当りから脱離する H_2O ガス分子数を測定した。また、X線回折によって青色蛍光体結晶の a 軸長及び c 軸長も測定した。

【0107】TDS分析では、日本真空技術（株）製の赤外線加熱型昇温脱離ガス質量分析装置を用いて次のように測定した。Ta製皿に詰めた蛍光体資料を予備排気室で 10^{-4}Pa オーダまで排気した後、測定室へ挿入し、 10^{-7}Pa オーダまで排気した。その後、赤外線ヒータを用いて、室温から 1100°C まで、昇温速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で昇温しながら、蛍光体から脱離する H_2O 分子（質量数18）の分子数を、測定間隔15秒のスキャンモードで測定した。

【0108】これらの測定結果は、表1に示す通りである。青色蛍光体の分析結果についての考察：実施例にかかるパネルNo. 1～13のPDPの青色蛍光体では、昇温脱離ガス質量分析における 200°C 以上の領域で現れる脱離 H_2O の分子数のピーク値が 1×10^{16} 個/g以下であり、 a 軸長に対する c 軸長の比が4.0218以下であるのに対して、比較例にかかるパネルNo. 14のPDPの青色蛍光体では、上記各値より大きい値を示していることがわかる。

【0109】

【発明の効果】以上のように、本発明のPDPの製造方法によれば、PDPを製造する際に、前面基板及び背面基板の対向面の少なくとも一方の外周部に封着材層を形成する工程において、両パネルを重ね合わせたときに外周部における一箇所以上において内部空間と外部空間とを連通する隙間が形成されるように封着材層の形状を設定することによって、封着工程における蛍光体の熱劣化（特に青色蛍光体の熱劣化）を防止することができる。

【0110】ここで、封着材層を加熱する工程を、乾燥ガス雰囲気中もしくは減圧雰囲気中で行えば、蛍光体の熱劣化を防止する効果をより高めることができる。このような本発明の製造方法を用いることによって、青色セルのみを点灯させたときの発光色の色度座標 y （CIE表色系）または青色蛍光体層を真空紫外線で励起したときに放出される光の色度座標 y を、0.08以下とすることができる。また、青色セルのみを点灯させたときの発光スペクトルにおけるピーク波長が 455nm 以下とすることができる。

【0111】そして、青色蛍光体層の発光色度を向上させることによって、PDPの色再現性も向上され、白バランスにおける色温度、即ち、すべてのセルを同一電力条件で点灯させたときの発光色の色温度を 9000K 以上とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態に係る交流面放電型PDPを示す要

部斜視図である。

【図2】上記PDPに駆動回路を接続したPDP表示装置を示す図である。

【図3】実施の形態において封着ガラス層の形状の具体例を示す図である。

【図4】実施の形態において封着ガラス層の形状の具体例を示す図である。

【図5】実施の形態において封着ガラス層の形状の具体例を示す図である。

【図6】前面パネル板10および背面パネル板20を重ね合わせた状態における、外周部の概略断面図である。

【図7】実施の形態で用いるベルト式加熱装置の構成を示す図である。

【図8】水蒸気分圧を変えた空气中で青色蛍光体を焼成したときの相対発光強度測定結果である。

【図9】水蒸気分圧を変えた空气中で青色蛍光体を焼成したときの色度座標 y の測定結果である。

【図10】実施の形態2にかかる封着方法において、加熱装置の中で両基板を封着する様子を示す図である。

【図11】実施の形態3にかかる封着方法を説明する図である。

【図12】実施の形態3にかかる封着方法を説明する図である。

【図13】実施の形態6に係る封着工程における温度プロファイルの一例を示す図である。

【図14】MgO膜を加熱昇温した時に排出される水蒸気量を分析した結果を示すグラフである。

【図15】実施例及び比較例のPDPについて、青色セ

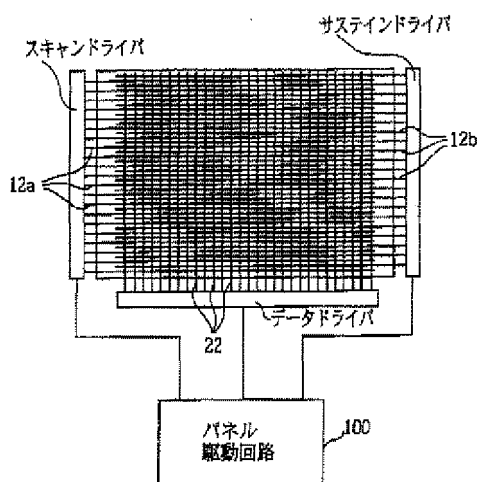
ルのみを点灯させたときの発光スペクトルである。

【図16】一般的な交流型PDPの一例を示す概略断面図である。

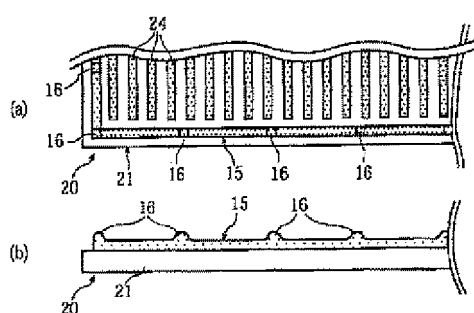
【符号の説明】

- 10 前面パネル板
- 11 前面ガラス基板
- 12 表示電極
- 13 誘電体層
- 14 保護層
- 15 封着ガラス層
- 16 凸部
- 17 凹部
- 18 隙間
- 19 a - 19 b 隔壁
- 20 背面パネル板
- 21 背面ガラス基板
- 22 アドレス電極
- 23 誘電体層
- 24 隔壁
- 25 蛍光体層
- 30 放電空間
- 40 加熱装置
- 41 加熱炉
- 42 搬送ベルト
- 43 ガス導入パイプ
- 43 a ノズル
- 100 パネル駆動回路

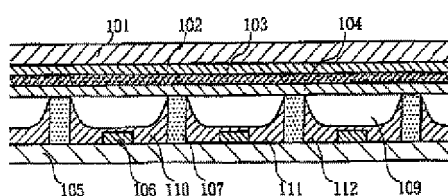
【図2】



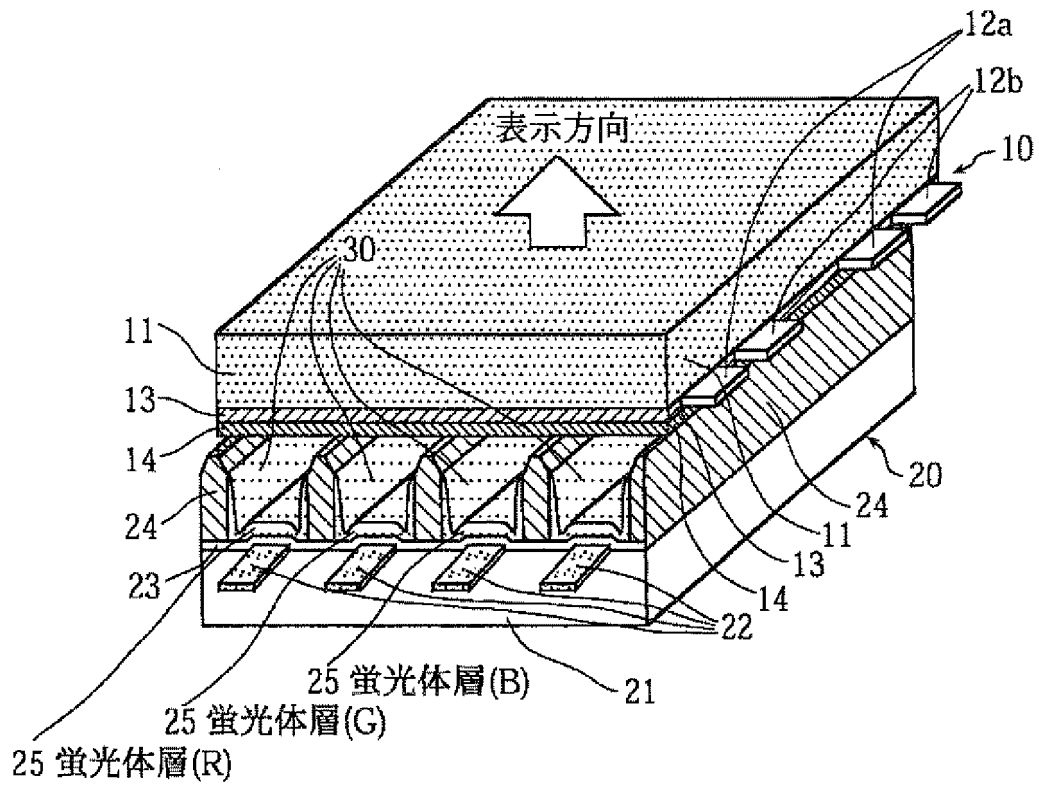
【図3】



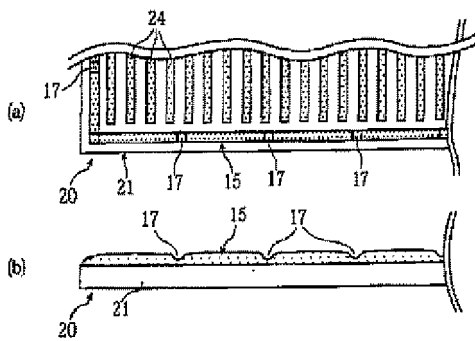
【図16】



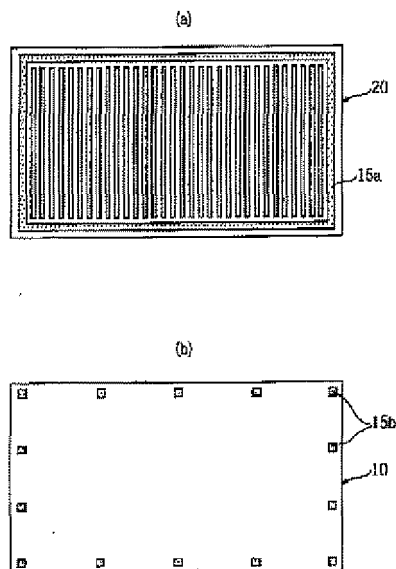
【图1】



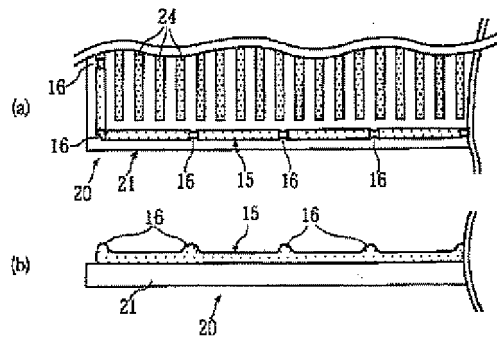
【图4】



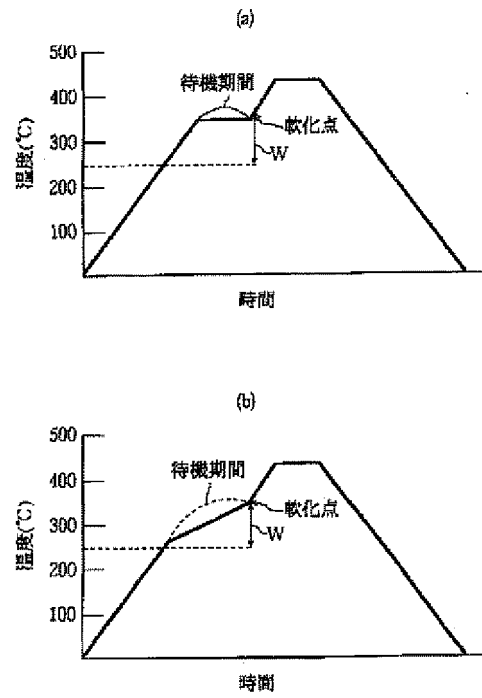
【图5】



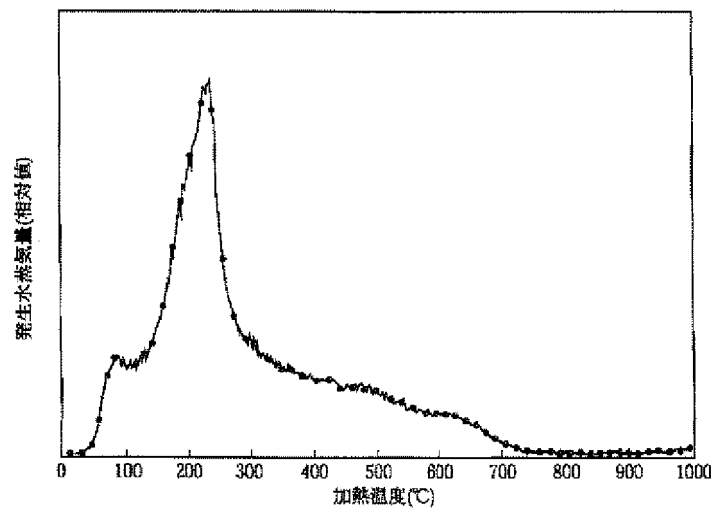
【圖 12】



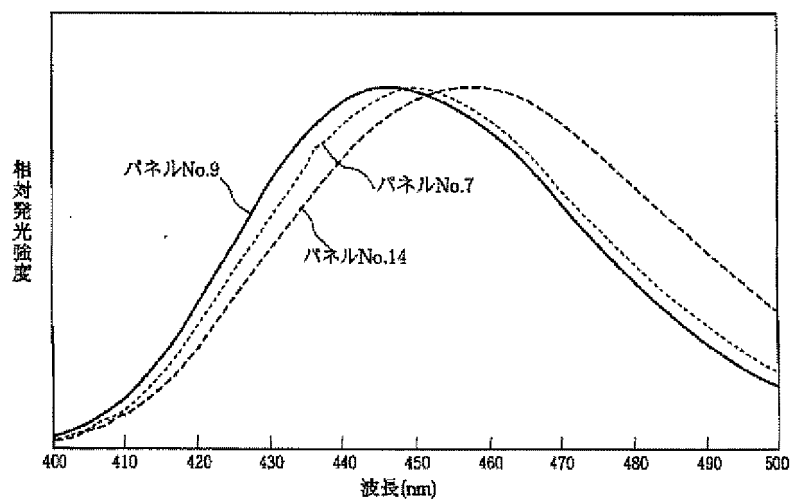
【圖 13】



【圖 14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 小杉 直貴

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 石倉 靖久

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 宮川 宇太郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 春木 繁郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Fターム(参考) 5C012 AA09 BC03

5C040 GG07 GG08 HA01 HA02